

(4)

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-338918

(43)Date of publication of application : 07.12.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/31  
C23C 16/511  
C23F 4/00  
H01L 21/3065  
H05H 1/46

(21)Application number : 2000-156535

(71)Applicant : OMI TADAHIRO  
ROHM CO LTD

(22)Date of filing : 26.05.2000

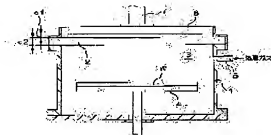
(72)Inventor : OMI TADAHIRO  
INO KAZUHIDE  
ARAKAWA TAKAHIRO

## (54) APPARATUS FOR PLASMA TREATMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an apparatus for plasma treatment that can generate a high density plasma.

SOLUTION: The distance d1 between an under surface of a radial line slot antenna 6 and a top surface of a dielectric plate 2 is set at 6 mm and the thickness d2 of the dielectric plate 2 is set at 30 mm so that an interval D between the under surface of the radial line slot antenna 6 for expressing wavelengths of a microwave as a unit of a distance and the under surface of the dielectric plate 2 becomes approximately 1/2. As a result, good standing waves can be formed in the region between the under surface of the radial line slot antenna 6 and a plasma exciting surface, and the high density plasma can be generated in a processing space 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.05.2007

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

Copied from 11509662 on 01/07/2009

(4)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-338918  
(P2001-338918A)

(43) 公開日 平成13年12月7日 (2001.12.7)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F 1	テートコード (参考)
H 0 1 L 21/31		H 0 1 L 21/31	A 4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/511		C 2 3 C 16/511	4 K 0 5 7
C 2 3 F 4/00		C 2 3 F 4/00	D 5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/3065		H 0 5 H 1/46	B 5 F 0 4 5
H 0 5 H 1/46		H 0 1 L 21/302	B
		審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)	

(21) 出願番号 特願2000-156535(P2000-156535)

(22) 出願日 平成12年5月26日 (2000.5.26)

(71) 出願人 000205041

大見 忠弘

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋 2-1-17-301

(71) 出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院滑崎町21番地

(72) 発明者 大見 忠弘

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋 2-1-17-301

(74) 代理人 100087701

弁理士 稲岡 耕作 (外 2 名)

最終頁に続く

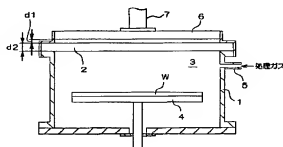
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 高密度なプラズマを発生させることができるプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 マイクロ波の波長を距離単位として表すラジアルラインスロットアンテナ 6 の下面と誘電体板 2 の下面との間隔 D が約 1/2 となるように、ラジアルラインスロットアンテナ 6 の下面と誘電体板 2 の上面との間の距離 d 1 が 6 mm に設定され、誘電体板 2 の厚み d 2 が 3.0 mm に設定されている。

【効果】 ラジアルラインスロットアンテナ 6 の下面とプラズマ励起面との間の領域に良好な定在波を形成することができ、これにより、処理空間 3 内に高密度なプラズマを発生させることができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】被処理物および処理ガスが收容される処理空間にマイクロ波放射アンテナからマイクロ波を放射して、前記マイクロ波放射アンテナのマイクロ波放射面から所定距離だけ離れたプラズマ励起面でプラズマを励起し、その励起したプラズマを用いた処理を被処理物に施すプラズマ処理装置であって、

前記マイクロ波放射面に対向して誘電体が設けられており、

マイクロ波の波長を単位として表す前記マイクロ波放射面と前記誘電体の前記マイクロ波放射面に対向する面と反対側の面との間隔  $D$  が、 $0.7 \times n/4 \leq D \leq 1.3 \times n/4$  (ただし、 $n$  は自然数。) の範囲に定められていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】前記間隔  $D$  が  $0.7 \times n/2 \leq D \leq 1.3 \times n/2$  の範囲に定められていることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】前記マイクロ波放射アンテナは、マイクロ波を放射するための多数のスロットがマイクロ波放射面に分布して形成されたラジアルラインスロットアンテナであり、

前記処理空間内に発生するプラズマが面内均一となるように、前記多数のスロットの一部が塞がれていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、たとえば半導体基板などの被処理物に、マイクロ波の放射により励起されたプラズマによる処理を施すプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造工程においては、ウエハ表面を窒化・酸化させて表面材質を変化させる表面改質処理やレジスト除去のためのアッシング処理、ウエハ表面に絶縁膜などの材料を堆積させて薄膜を形成する成膜処理や、ウエハ表面に形成された薄膜を微細パターンに加工するためのエッチング処理が行われる。このような処理のための装置として、R L S A (Radial Line Slot Antenna) プラズマ処理装置が注目されている。

【0003】R L S A プラズマ処理装置は、上面が開放された処理チャンバと、この処理チャンバの上面を閉塞するように設けられた誘電体板とを有しており、これらの処理チャンバおよび誘電体板で囲まれた空間が、被処理物としての半導体ウエハにプラズマ処理を施すための処理空間となっている。処理空間内には、半導体ウエハを載置して保持するためのウエハステージが設けられている。また、誘電体板の上方には、誘電体板を通して処理空間内にマイクロ波を放射するためのラジアルライン

2

スロットアンテナが配置されている。

【0004】たとえば、この R L S A プラズマ処理装置を用いて半導体ウエハの表面に窒化処理を施す際には、まず、半導体ウエハが、その表面を上方に向けた状態でウエハステージ上に載置される。次いで、処理空間内に処理ガス (たとえば、 $A r / N H_3$ ) が供給された後、ラジアルラインスロットアンテナから処理空間に向けてマイクロ波が放射される。これにより、処理空間内に処理ガスのプラズマが発生し、この発生したプラズマによって、ウエハステージに載置された半導体ウエハの表面が窒化処理されていく。

【0005】ラジアルラインスロットアンテナは、下面全域に分布して形成された多数のスロットを有しており、これら多数のスロットからマイクロ波を放射するようにになっている。したがって、このラジアルラインスロットアンテナを用いた R L S A プラズマ処理装置では、処理空間内にマイクロ波をほぼ均一に放射することができるから、処理ガスのプラズマを均一に発生させることができ、これにより半導体ウエハの表面に均一なプラズマ処理を施すことができると期待されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の R L S A プラズマ処理装置は、処理空間内に発生するプラズマ密度が小さいために処理速度が遅く、半導体装置の製造に実際に用いることはできなかった。そこで、この発明の目的は、高密度なプラズマを発生させることができるプラズマ処理装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段および発明の効果】上記の目的を達成するための請求項 1 記載の発明は、被処理物および処理ガスが收容される処理空間にマイクロ波放射アンテナからマイクロ波を放射して、前記マイクロ波放射アンテナのマイクロ波放射面から所定距離だけ離れたプラズマ励起面でプラズマを励起し、その励起したプラズマを用いた処理を被処理物に施すプラズマ処理装置であって、前記マイクロ波放射面に対向して誘電体が設けられており、マイクロ波の波長を単位として表す前記マイクロ波放射面と前記誘電体の前記マイクロ波放射面に対向する面と反対側の面との間隔  $D$  が、 $0.7 \times n/4 \leq D \leq 1.3 \times n/4$  (ただし、 $n$  は自然数。) の範囲 (好ましくは  $0.8 \times n/4 \leq D \leq 1.2 \times n/4$  の範囲、さらに好ましくは  $0.9 \times n/4 \leq D \leq 1.1 \times n/4$  の範囲) に定められていることを特徴とするプラズマ処理装置である。

【0008】なお、請求項 2 に記載のように、前記間隔  $D$  は  $0.7 \times n/2 \leq D \leq 1.3 \times n/2$  の範囲 (好ましくは  $0.8 \times n/2 \leq D \leq 1.2 \times n/2$  の範囲、さらに好ましくは  $0.9 \times n/2 \leq D \leq 1.1 \times n/2$  の範囲) に定められていることが好ましい。さらに、前

3  
記マイクロ波放射面と前記プラズマ励起面との間にはマイクロ波の定在波が形成され、このマイクロ波の定在波からエネルギーの供給を受けることにより、前記プラズマ励起面においてプラズマが励起されることが好ましい。

【0009】上記の発明によれば、マイクロ波の波長を単位として表す前記マイクロ波放射面と前記プラズマ励起面との間隔Dが上記不等式で表された範囲（すなわち、 $n/4$ の近傍の値。さらに好ましくは $n/2$ の近傍の値）に設定されることにより、マイクロ波放射面とプラズマ励起面との間の領域に良好な定在波を形成することができる。したがって、このプラズマ処理装置は、半導体装置を製造する工程などに好適に用いることができる。

【0010】なお、請求項3に記載のように、前記マイクロ波放射面と前記プラズマ励起面との間には誘電体板が介在されていることが好ましく、この場合において、誘電体板とマイクロ波放射面との間隔が微小であれば、誘電体板の厚みdを、

$0.7 \times n/4 \leq d \leq 1.3 \times n/4$ （ただし、dはマイクロ波の波長を単位として表した厚さである。）の範囲に定めてもよい。

【0011】請求項4記載の発明は、前記マイクロ波放射アンテナは、マイクロ波を放射するための多数のスロットがマイクロ波放射面に分布して形成されたラジアルラインスロットアンテナであり、前記処理空間内に発生するプラズマが面内均一となるように、前記多数のスロットの一部が塞がれていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のプラズマ処理装置である。この発明によれば、ラジアルラインスロットアンテナに形成されたスロットの一部を塞いで、ラジアルラインスロットアンテナから放射されるマイクロ波の強度分布を調整することにより、処理空間内に発生するプラズマ密度分布の面内均一化を、プラズマ密度の高密度化と同時に達成している。これにより、ほぼ均一なプラズマ処理を、従来装置よりも短時間で被処理物の表面に施すことができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。図1は、この発明の一実施形態に係るプラズマ窒化装置の構成を示す図解的な断面図である。プラズマ窒化装置は、被処理物としての半導体ウエハWの表面を窒化物に改質するものであり、たとえば、Si（シリコン）からなる半導体ウエハWの表面をSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>に変化させて絶縁層を形成する工程などに用いられる。

【0013】このプラズマ窒化装置は、上面が開放された底筒状の処理チャンバ1を有している。処理チャンバ1の上部には、処理チャンバ1の開放された上面を閉

4  
塞するように、たとえば石英からなる誘電体板2が設けられていて、これにより、誘電体板2の下方に密閉された処理空間3が形成されている。処理空間3内には、半導体ウエハWを載置して保持するためのウエハステージ4が配置されている。また、処理チャンバ1の側壁には、処理空間3内に処理ガスを導入するためのガス導入管5が接続されている。処理ガスとしては、たとえば、 $A_r/NH_3$ や $A_r/N_2/H_2$ などを用いることができる。

10 【0014】誘電体板2の上方には、この誘電体板2の上面から距離d1だけ離れた位置に、ラジアルラインスロットアンテナ6が誘電体板2の上面に対向して設けられている。ラジアルラインスロットアンテナ6は、内部にマイクロ波が伝搬可能な絶縁物のプレートを有する平板状アンテナであり、その下面には、図2に示すように、多数のスロットベアPが同心円状に配列して形成されている。各スロットベアPは、互いに交差する向きを有する一対の小スロットS1、S2からなり、これらのスロットS1、S2は、ラジアルラインスロットアンテナ6内におけるマイクロ波波長の $1/4$ に相当する距離（ $1/4$ 管内波長 $=1/4 \lambda_g$ ）だけ離間して略T字状をなしている。

【0015】一方、ラジアルラインスロットアンテナ6の上面には、図示しないマイクロ波発振器から発振されるマイクロ波を絶縁物プレートに導くための導波管7が接続されている。この導波管7としては、たとえば、同軸導波管を用いることができる。半導体ウエハWの表面に窒化処理を施す際には、まず、半導体ウエハWが、その表面を上に向けた状態でウエハステージ4上に載置される。次に、図示しない排気機構によって処理空間3内の雰囲気ガスを排気され、処理空間3内がほぼ真空状態にされた後、この処理空間3内にガス導入管5から処理ガス（プロセスガス）が導入される。その後、処理空間3内に処理ガスが充填した状態で、たとえば、図示しないマイクロ波発振器から周波数2、4.5 GHzのマイクロ波が発振され、このマイクロ波がTEMモードで導波管7内を伝搬してラジアルラインスロットアンテナ6内に導入される。

【0016】ラジアルラインスロットアンテナ6内に導入されたマイクロ波は、ラジアルラインスロットアンテナ6内の絶縁物プレートを伝搬し、その途中でスロットベアPから漏れて誘電体板2に向けて放射され、さらに誘電体板2を透過して処理空間3に放射される。この処理空間3に放射されるマイクロ波のエネルギーにより、処理空間3内に処理ガスのプラズマが励起され、その処理ガスのプラズマによる処理が半導体ウエハWの表面に施されていく。

【0017】ところで、処理空間3内に発生したプラズマ中の電子密度がマイクロ波を遮蔽可能な密度（カットオフ密度）以上になると、誘電体板2を透過してくるマ

マイクロ波は、誘電体板2の下面から処理空間3内に微小距離(スキンドープ)だけ入るまでの間に反射されるようになる。その結果、ラジアルラインスロットアンテナ6の下面(マイクロ波放射面)とマイクロ波の反射端が形成する面(マイクロ波反射面)との間の領域にマイクロ波の定在波が形成され、この後は、マイクロ波反射面がプラズマ励起面となって、このプラズマ励起面で安定なプラズマが励起されるようになる。

【0018】したがって、プラズマ中の電子密度がカットオフ密度以上になると、処理空間3内に発生するプラズマの密度は、ラジアルラインスロットアンテナ6の下面とプラズマ励起面との間に形成される定在波の状態の影響を受けると考えられる。そして、本願発明者らは、ラジアルラインスロットアンテナ6の下面と誘電体板2の下面との距離を適切に設定して、ラジアルラインスロットアンテナ6の下面とプラズマ励起面との間の領域に良好な定在波を形成することにより、処理空間3内に発生するプラズマの密度を高めることができる考えた。

【0019】すなわち、従来のRLS Aプラズマ処理装置では、ラジアルラインスロットアンテナ6の下面と誘電体板2の下面との間隔がマイクロ波の波長と無関係に設定されているのに対し、このプラズマ装置(プラズマ処理装置)では、マイクロ波の波長を距離単位として表すラジアルラインスロットアンテナ6の下面と誘電体板2の下面(≡プラズマ励起面)との間隔Dが約1/2となるように、ラジアルラインスロットアンテナ6の下面と誘電体板2の上面との間の距離d1および誘電体板2の厚みd2が設定されている。この実施形態では、たとえば、ラジアルラインスロットアンテナ6の下面と誘電体板2の上面との間の距離d1が6mmに設定され、誘電体板2の厚みd2が3.0mmに設定されている。

【0020】ここで、マイクロ波の波長を距離単位として表すラジアルラインスロットアンテナ6の下面と誘電体板2の下面との間隔Dは、真空中におけるマイクロ波の波長を $\lambda$ とし、誘電体板2中におけるマイクロ波の波長を $\lambda_0$ とすると、 $D = (d1/\lambda_0) + (d2/\lambda)$ と表される。誘電体板2中におけるマイクロ波の波長 $\lambda$ は、誘電体板2の比誘電率を $\epsilon_r$ とすると、

【0021】

【数1】

$$\lambda = \lambda_0 / \sqrt{\epsilon_r}$$

【0022】と表されるから、上記間隔Dは、

【0023】

【数2】

$$D = (d1 + d2\sqrt{\epsilon_r}) / \lambda_0$$

【0024】と表すことができる。したがって、この実施形態では、石英からなる誘電体板2の非誘電率 $\epsilon_r =$

3.9および周波数2.45GHzのマイクロ波の真空中(真空中)における波長 $\lambda_0 = 12.2$ (mm)を上記式(1)に代入することにより、マイクロ波の波長を距離単位として表すラジアルラインスロットアンテナ6の下面と誘電体板2の下面との間隔Dが約0.53に設定されていることが判る。図3は、(a)誘電体板2の厚みd2を3.0mmに設定した場合、および(b)誘電体板2の厚みd2を2.0mmに設定した場合(従来装置)の半導体ウエハWの表面に入射するイオン電流密度分布を示すグラフである。いずれのグラフも、ラジアルラインスロットアンテナ6の下面と誘電体板2の上面との間の距離d1を6mmに、誘電体板2の下面と半導体ウエハWの表面との間の距離を6.5mmに、処理空間3内の気圧を6.6.5Paにそれぞれ設定して、ラジアルラインスロットアンテナ6に周波数2.45GHzで電力1200Wのマイクロ波を導入して励起させたプラズマ中のイオン電流密度分布を導いた結果を示している。

【0025】図3(a)(b)の比較から、誘電体板2の厚みd2を3.0mmに設定した場合の方が、誘電体板2の厚みd2を2.0mmに設定した場合よりも、半導体ウエハWの表面におけるイオン電流密度(プラズマ密度)が大きいたことが理解される。ところが、誘電体板2の厚みd2を2.0mmに設定した場合は、半導体ウエハWの表面におけるイオン電流密度の分布がほぼ均一であるのに対し、誘電体板2の厚みd2を3.0mmに設定した場合は、半導体ウエハWの中心付近に入射するイオン電流が半導体ウエハWの周縁付近に入射するイオン電流よりも大きくなっており、イオン電流密度の分布に面内不均一が生じている。

【0026】そこで、この実施形態では、ラジアルラインスロットアンテナ6の下面に形成されているスロットベアPの一部を塞ぎ、ラジアルラインスロットアンテナ6から放射されるマイクロ波の強度分布を調整することにより、半導体ウエハWの表面に入射するイオン電流密度分布の均一化を図っている。具体的には、ラジアルラインスロットアンテナ6の下面の最外周に配列されたスロットベアPの1/6または1/3を塞ぐことにより、半導体ウエハWの表面に入射するイオン電流密度分布の均一化を図っている。

40

【0027】なお、1/6のスロットベアPを塞ぐとは、周方向に沿って6個に1個の割合でスロットベアPを塞ぐことをいい、1/3のスロットベアPを塞ぐとは、周方向に沿って3個に1個の割合でスロットベアPを塞ぐことをいう。図4は、(a)スロットベアPを1つも塞がなかった場合、(b)最外周に配列されたスロットベアPのうちの1/6を塞いだ場合、および(c)最外周に配列されたスロットベアPのうちの1/3を塞いだ場合の半導体ウエハWの表面に入射するイオン電流密度分布を示すグラフである。いずれのグラフも、ラジアルラインスロットアンテナ6の下面と誘電体板2の上面との

間の距離  $d_1$  を  $6\text{ mm}$  に、誘電体板 2 の厚み  $d_2$  を  $30\text{ mm}$  に、誘電体板 2 の下面と半導体ウエハ W の表面との間の距離を  $6.5\text{ mm}$  に、処理空間 3 内の気圧を  $6.5 \times 10^{-4}\text{ Pa}$  にそれぞれ設定して、ラジアルラインスロットアンテナ 6 に周波数  $2.45\text{ GHz}$  で電力  $1200\text{ W}$  のマイクロ波を導入して励起させたプラズマ中のイオン電流密度分布を調べた結果を示している。

【0028】この図 4 から、最外周に配列されたスロットベア P のうちの  $1/6$  個または  $1/3$  個を塞ぐことにより、半導体ウエハ W の表面に入射するイオン電流密度分布が均一化されることが理解される。以上のようにこの実施形態によれば、マイクロ波の波長を距離単位として表すラジアルラインスロットアンテナ 6 の下面と誘電体板 2 の下面との間隔  $D$  が約  $1/2$  となるように、ラジアルラインスロットアンテナ 6 の下面と誘電体板 2 の上面との間の距離  $d_1$  および誘電体板 2 の厚み  $d_2$  を上手く設定することにより、処理空間 3 内に発生するプラズマの高密度化を達成している。したがって、このプラズマ窒化装置は、半導体ウエハ W の表面に窒化処理を施して半導体装置を製造する工程に好適に用いることができる。

【0029】また、この実施形態では、ラジアルラインスロットアンテナ 6 の下面に形成されたスロットパターン P の一部を塞いで、ラジアルラインスロットアンテナ 6 から放射されるマイクロ波の強度分布を調整することにより、ウエハステージ 4 に載置された半導体ウエハ W の表面に入射するイオン電流密度分布の均一化を、イオ\*

誘電体板の材料	距離 $d_1$	厚み $d_2$
石英 (比誘電率 = 3.9)	0 mm	30.9 mm
	1.8 mm	30 mm
アルミナイトライド (比誘電率 = 8.8)	0 mm	20.6 mm
	4.6 mm	19 mm
アルミナ (比誘電率 = 9.8)	0 mm	19.5 mm
	4.7 mm	18 mm

【0033】また、この実施形態では、マイクロ波の波長を距離単位として表すラジアルラインスロットアンテナ 6 の下面と誘電体板 2 の下面との間隔  $D$  が約  $1/2$  となるように、ラジアルラインスロットアンテナ 6 の下面と誘電体板 2 の上面との間の距離  $d_1$  および誘電体板 2 の厚み  $d_2$  を設定することが好ましいとしたが、たとえば、上記間隔  $D$  が約  $1/2$  の整数倍となるように、上記距離  $d_1$  および厚み  $d_2$  が設定されてもよい。さらに、上記間隔  $D$  が約  $1/4$  の整数倍となるように、上記距離  $d_1$  および厚み  $d_2$  が設定されてもよい。

【0034】すなわち、ラジアルラインスロットアンテナ 6 の下面とプラズマ励起面との間の領域に良好な定在波を形成して、処理空間 3 内に高密度なプラズマを発生させるためには、マイクロ波の波長を距離単位として表すラジアルラインスロットアンテナ 6 の下面と誘電体板 2 の下面との間隔  $D$  が次の不等式を満たせばよい。

\* 電流 (プラズマ密度) の高密度化と同時に達成している。これにより、ほぼ均一なプラズマ窒化処理を、従来装置よりも短時間で半導体ウエハ W の表面に施すことができる。

【0030】なお、この実施形態では、誘電体板 2 を石英で構成して、ラジアルラインスロットアンテナ 6 の下面と誘電体板 2 の上面との間の距離  $d_1$  を  $6\text{ mm}$  に設定し、誘電体板 2 の厚み  $d_2$  を  $30\text{ mm}$  に設定する場合を例に挙げたが、誘電体板 2 は、たとえばアルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) またはアルミナイトライド ( $\text{AlN}$ ) など、石英以外の誘電体で構成されていてもよい。また、上記距離  $d_1$  および厚み  $d_2$  の値も適宜に変更されたとく、たとえば、誘電体板 2 が熱伝導率の大きい材料で構成されて、プラズマ中のイオンと電子とが再結合して発生する熱を効率よくチャンバ壁に伝達することによりラジアルラインスロットアンテナ 6 の高温化を防止できる場合には、ラジアルラインスロットアンテナ 6 の下面と誘電体板 2 の上面との間の距離  $d_1$  が  $0\text{ mm}$  に設定されて、ラジアルラインスロットアンテナ 6 が誘電体板 2 に接触していてもよい。

【0031】誘電体板 2 の材料と、マイクロ波の波長を距離単位として表すラジアルラインスロットアンテナ 6 の下面と誘電体板 2 の下面との間隔  $D$  が約  $1/2$  の例を上記距離  $d_1$  および厚み  $d_2$  との組み合わせの例を表記表にまとめておく。

【0032】

【表 1】

$0.7 \times n/4 \leq D \leq 1.3 \times n/4$  ( $n$ : 自然数)  
さらに、この発明は他の形態で実施することもできる。たとえば、上述の実施形態では、プラズマ窒化装置を例にとって説明したが、このプラズマ窒化装置に限定されず、たとえばプラズマ CVD (Chemical Vapor Deposition) 装置やプラズマアッシング装置、プラズマエッチング装置、プラズマ酸化装置など、被処理物にプラズマによる処理を施す装置に広く本発明を適用することができる。

【0035】なお、この発明がプラズマ CVD 装置に適用される場合には、処理ガスとして、たとえば  $\text{Ar}/\text{SiH}_4$ 、 $\text{TEOS}/\text{O}_2$  などを用いることができる。また、この発明がプラズマアッシング装置に適用される場合には、処理ガスとして、たとえば  $\text{O}_2$ 、 $\text{Ar}/\text{O}_2$ 、または  $\text{Kr}/\text{O}_2$  などを用いることができる。さらに、この発明がプラズマエッチング装置に適用される場合には、

処理ガス（エッチングガス）として、たとえばC<sub>1</sub>、やHBrなどを用いることができる。さらにまた、この発明がプラズマ酸化装置に適用される場合には、処理ガスとして、たとえばKr/O<sub>2</sub>、やAr/O<sub>2</sub>などを用いることができる。

【0036】その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の変更を施すことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態に係るプラズマ酸化装置の構成を示す図解的な断面図である。

【図2】ラジアルラインスロットアンテナの下面を示す図である。

【図3】(a)誘電体板の厚みを30mmに設定した場合、および(b)誘電体板の厚みを20mmに設定した場合（従来装置）の半導体ウエハの表面に入射するイオン電流密度分布を示すグラフである。

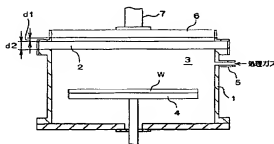
【図4】(a)スロットベアを1つも塞がなかった場合、 \*

\* (b)最外周に配列されたスロットベアのうちの1/6を塞いだ場合、および(c)最外周に配列されたスロットベアのうちの1/3を塞いだ場合の半導体ウエハの表面に入射するイオン電流密度分布を示すグラフである。

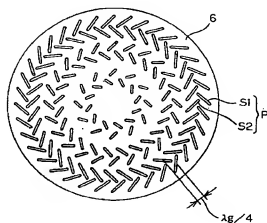
【符号の説明】

- 1 処理チャンバ
- 2 誘電体板
- 3 処理空間
- 4 ウエハステージ
- 10 5 ガス導入管
- 6 ラジアルラインスロットアンテナ（マイクロ波放射アンテナ）
- 7 導波管
- P スロットベア
- S1、S2 スロット
- W 半導体ウエハ（被処理物）

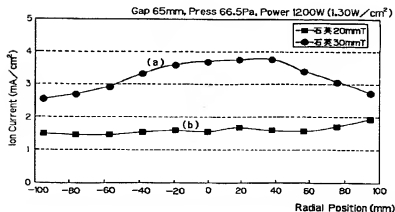
【図1】



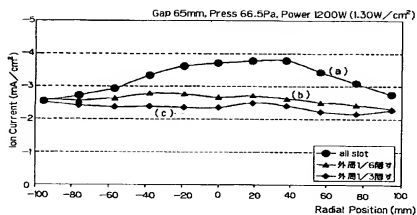
【図2】



【図3】



〔図4〕



フロントページの続き

(72)発明者 伊野 和英  
京都市右京区西院満崎町21番地 ローム株  
式会社内  
(72)発明者 荒川 貴博  
京都市右京区西院満崎町21番地 ローム株  
式会社内

F ターム(参考) 4K030 FA01 JA03 KA30  
4K057 DA16 DB06 DD01 DE14 DM02  
DM29 DN01  
5F004 BA20 BC08 BD01 BD04 DA00  
DA04 DA23 DA26  
5F045 AA09 AA20 AB33 AC12 AC16  
AC18 BB09 DP04 EH02 EH11